

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
7 juin 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/040754 A3

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
G01N 23/04, A61B 6/06

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR00/03357

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international :
1 décembre 2000 (01.12.2000)

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DINTEN,
Jean-Marc [FR/FR]; 138, avenue des Frères Lumière,
F-69008 Lyon (FR). ROBERT-COUTANT, Christine
[FR/FR]; 109, Impasse du Luiset, F-38410 Saint-Martin
D'Uriage (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(74) Mandataire : LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur
Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

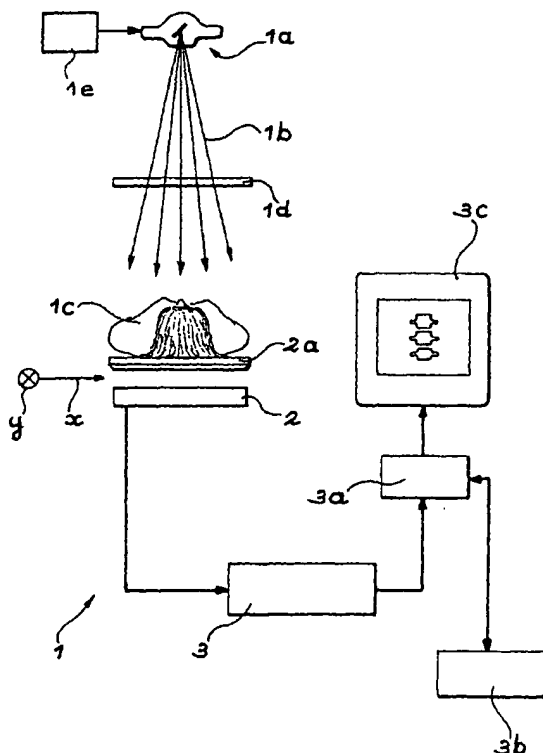
(30) Données relatives à la priorité :
99/15273 3 décembre 1999 (03.12.1999) FR

(81) États désignés (national) : JP, US.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR IMPROVING A RADIOLOGICAL EXAMINATION AND DEVICE THEREFOR

(54) Titre : PROCEDE D'AMELIORATION D'UN EXAMEN RADIOLOGIQUE ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN
OEUVRE DE CE PROCEDE



(57) Abstract: The invention concerns a method which consists, before an examination with a radiological device (1), in producing a radioscopic plate of the zone of the body to be examined (1c) and in using said plate for determining first characteristic points, which define a measurement referential, as well as geometric parameters of a displacement adapted to substantially match said measurement referential with a pre-established referential on the basis of equivalent characteristic points or for adjusting the X-ray dose to be transmitted to the body during the examination. The invention is particularly applicable to bone densitometry using dual-energy X-ray radiation with conical beam.

(57) Abrégé : Selon l'invention, avant l'examen au moyen d'un dispositif radiologique (1), on fait un cliché de radioscopie de la zone du corps à examiner (1c) et l'on utilise ce cliché pour déterminer des premiers points caractéristiques, qui définissent un référentiel de mesure, ainsi que des paramètres géométriques d'un déplacement apte à faire correspondre sensiblement ce référentiel de mesure avec un référentiel préétabli à partir de points caractéristiques équivalents ou pour régler la dose de rayons X à transmettre au corps lors de l'examen. L'invention s'applique notamment à l'ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie à faisceau conique.

WO 01/040754 A3



(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

31 octobre 2002

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/03357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01N23/04 A61B6/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01N A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal; WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 773 087 A (PLEWES DONALD B) 20 September 1988 (1988-09-20) column 9, last paragraph -column 10	1-7
A	WO 96 35372 A (KARELLAS ANDREW ;UNIV MASSACHUSETTS MEDICAL (US)) 14 November 1996 (1996-11-14) cited in the application abstract	1
A	US 5 457 724 A (TOTH THOMAS L) 10 October 1995 (1995-10-10) cited in the application abstract	1
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 June 2002

Date of mailing of the international search report

10/06/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hulne, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/03357

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 150 394 A (KARELLAS ANDREW) 22 September 1992 (1992-09-22) cited in the application abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/03357

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4773087	A	20-09-1988	US 4972458 A	20-11-1990
			US 4953192 A	28-08-1990
WO 9635372	A	14-11-1996	US 6031892 A	29-02-2000
			CA 2218127 A1	14-11-1996
			EP 0957766 A2	24-11-1999
			JP 11505142 T	18-05-1999
			WO 9635372 A2	14-11-1996
US 5457724	A	10-10-1995	NONE	
US 5150394	A	22-09-1992	WO 9109495 A2	27-06-1991
			US 6031892 A	29-02-2000
			US 5465284 A	07-11-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 00/03357

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01N23/04 A61B6/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01N A61B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 773 087 A (PLEWES DONALD B) 20 septembre 1988 (1988-09-20) colonne 9, dernier alinéa -colonne 10 ---	1-7
A	WO 96 35372 A (KARELLAS ANDREW ;UNIV MASSACHUSETTS MEDICAL (US)) 14 novembre 1996 (1996-11-14) cité dans la demande abrégé ---	1
A	US 5 457 724 A (TOTH THOMAS L) 10 octobre 1995 (1995-10-10) cité dans la demande abrégé --- -/-	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

3 juin 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/06/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hulne, S

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. de Internationale No

PCT/FR 00/03357

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 150 394 A (KARELLAS ANDREW) 22 septembre 1992 (1992-09-22) cité dans la demande abrégé</p> <p>-----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 00/03357

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4773087	A	20-09-1988	US 4972458 A	20-11-1990
			US 4953192 A	28-08-1990
WO 9635372	A	14-11-1996	US 6031892 A	29-02-2000
			CA 2218127 A1	14-11-1996
			EP 0957766 A2	24-11-1999
			JP 11505142 T	18-05-1999
			WO 9635372 A2	14-11-1996
US 5457724	A	10-10-1995	AUCUN	
US 5150394	A	22-09-1992	WO 9109495 A2	27-06-1991
			US 6031892 A	29-02-2000
			US 5465284 A	07-11-1995

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
7 juin 2001 (07.06.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/40754 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷:

G01N

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/03357

(22) Date de dépôt international:

1 décembre 2000 (01.12.2000)

(25) Langue de dépôt:

français

(26) Langue de publication:

français

(30) Données relatives à la priorité:

99/15273

3 décembre 1999 (03.12.1999)

FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): DINTEN,
Jean-Marc [FR/FR]; 138, avenue des Frères Lumière,
F-69008 Lyon (FR). ROBERT-COUTANT, Christine
[FR/FR]; 109, Impasse du Luiset, F-38410 Saint-Martin
D'Uriage (FR).

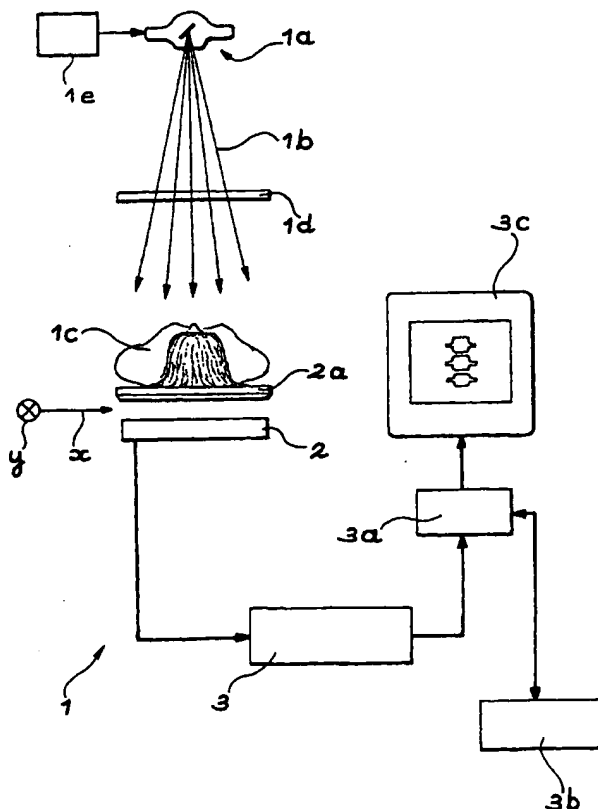
(74) Mandataire: LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur
Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (national): JP, US.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR IMPROVING A RADIOLOGICAL EXAMINATION AND DEVICE THEREFOR

(54) Titre: PROCEDE D'AMELIORATION D'UN EXAMEN RADIOLOGIQUE ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE
DE CE PROCEDE



(57) Abstract: The invention concerns a method which consists, before an examination with a radiological device (1), in producing a radioscopic plate of the zone of the body to be examined (1c) and in using said plate for determining first characteristic points, which define a measurement referential, as well as geometric parameters of a displacement adapted to substantially match said measurement referential with a pre-established referential on the basis of equivalent characteristic points or for adjusting the X-ray dose to be transmitted to the body during the examination. The invention is particularly applicable to bone densitometry using dual-energy X-ray radiation with conical beam.

(57) Abrégé: Selon l'invention, avant l'examen au moyen d'un dispositif radiologique (1), on fait un cliché de radioscopie de la zone du corps à examiner (1c) et l'on utilise ce cliché pour déterminer des premiers points caractéristiques, qui définissent un référentiel de mesure, ainsi que des paramètres géométriques d'un déplacement apte à faire correspondre sensiblement ce référentiel de mesure avec un référentiel préétabli à partir de points caractéristiques équivalents ou pour régler la dose de rayons X à transmettre au corps lors de l'examen. L'invention s'applique notamment à l'ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie à faisceau conique.

WO 01/40754 A2



(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée:

— *Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.*

**PROCEDE D'AMELIORATION D'UN EXAMEN RADIOLOGIQUE ET
DISPOSITIF POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCEDE**

DESCRIPTION

5

Domaine technique

La présente invention concerne un procédé d'amélioration d'un examen radiologique d'une zone d'un corps ainsi qu'un dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

Par « corps » on entend aussi bien un objet (par exemple un tableau ou une momie) qu'une personne ou même un animal.

L'invention s'applique à tout examen radiologique utilisant un détecteur bidimensionnel de rayons X et, en particulier, à l'ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie à faisceau conique.

L'invention concerne plus particulièrement le positionnement d'un patient préalablement à un tel examen radiologique ainsi que le réglage de la dose de rayons X à transmettre à ce patient lors de cet examen.

État de la technique antérieure

On rappelle que l'ostéodensitométrie par rayons X est une technique de mesure de masses et de densités osseuses à partir d'acquisitions radiographiques effectuées à une pluralité d'énergies.

On utilise en général deux énergies que l'on appelle respectivement "haute énergie" et "basse énergie".

On distingue trois familles de systèmes d'ostéodensitométrie :

- 5 - les systèmes à pinceau de rayonnement ("pencil beam systems") qui utilisent une source de rayons X collimatée par un trou et un monodétecteur de rayons X qui est également collimaté,
- 10 - les systèmes à faisceau en éventail ("fan beam systems") qui utilisent une source de rayons X collimatée par une fente et un détecteur linéaire de rayons X, et
- 15 - les systèmes à faisceau conique ("cone beam systems") qui utilisent une source de rayons X non collimatée et un détecteur bidimensionnel de rayons X.

Les systèmes des deux premières familles nécessitent un balayage mécanique pour obtenir une image globale d'une zone anatomique alors que les systèmes de la troisième famille permettent d'établir
20 directement une image complète.

C'est pourquoi l'invention concerne plus particulièrement les systèmes d'ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie à faisceau conique.

Les principes méthodologiques de
25 l'ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie et les principales solutions techniques actuellement utilisées sont connus par les deux documents suivants auxquels on se reportera :

[1] "Technical Principles of Dual Energy X-Ray
30 Absorptiometry", G.M. Blake et I. Fogelman, Seminars in

Nuclear Medicine, Vol XXVII, n°3, juillet 1997, pages 210 à 228 et

[2] "The Evaluation of Osteoporosis : Dual Energy X-Ray Absorptiometry and Ultrasound in Clinical Practice", Second Edition, G.M. Blake, H.W. Wahner et I. Fogelman, Martin Dunitz Editor, 1999, ISBN 1-85317-472-6.

On se reportera plus particulièrement aux chapitres 3, 4 et 5 du document [2] où sont décrits les principes de mesure de densités osseuses à deux énergies et les systèmes connus pour faire de telles mesures.

On connaît aussi des systèmes d'ostéodensitométrie de zones bidimensionnelles par les documents suivants auxquels on se reportera :

[3] brevet US-5,150,394 du 22 septembre 1992, "Dual-Energy System for Quantitative Radiographic Imaging", (Andrew Karellas), et

[4] Demande internationale publiée le 14 novembre 1996, n° de publication WO 96/35372, "A System for Quantitative Radiographic Imaging", (Andrew Karellas).

25

On donne en outre les précisions suivantes :

En ce qui concerne le positionnement du patient, sur les systèmes de type "pencil beam" ou "fan beam", un premier positionnement du patient s'effectue à l'aide d'un pointeur laser qui repère la zone

d'examen à partir d'observations morphologiques externes. Ensuite, le balayage avec rayonnement X débute. Si le patient est bien positionné l'examen se poursuit mais si à l'observation sur l'écran des
5 premières lignes acquises le positionnement n'est pas bon, l'opérateur arrête tout et effectue un nouveau positionnement puis relance l'examen.

A ce sujet, on se reportera au document [2] pages 198 à 200 pour ce qui concerne la colonne
10 vertébrale et aux pages 265 à 267 pour ce qui concerne la hanche.

Une étude récente a montré que, pour des systèmes du genre "pencil beam", le repositionnement avait lieu dans 50% des cas et que, pour environ 10%
15 des examens, il fallait repositionner jusqu'à trois fois le patient. A ce sujet, on se reportera au document suivant :

[5] Insights, vol. 10, n°1, mars 1999, pages 10 et
20 11 (revue éditée par la Société Hologic), "Independent survey reveals surprising, disappointing results for Lunar users".

Sur les systèmes du genre "cone beam" connus,
25 utilisés pour des examens de zones périphériques, le positionnement du patient est assuré par un système mécanique d'aide au positionnement, par exemple une poignée pour l'avant-bras et une cuvette formée pour le talon.

30 En outre, on connaît déjà la possibilité d'utiliser un cliché préalable à l'examen afin

d'obtenir des données de reconnaissance avant balayage (« prescan scout data ») pour « centrer » le patient, dans le domaine de la tomographie, par le brevet suivant :

5

[6] US 5457724 « Automatic field of view and patient centering determination from prescan scout data » du 10 octobre 1995.

10 Dans ce brevet US 5457724, avant de reconstruire une coupe tomographique d'un patient, on acquiert deux projections monodimensionnelles (à l'aide d'un faisceau en éventail) à 0° et 90° de cette coupe. On détecte les points correspondant aux bords du patient dans les deux
15 projections, et on en déduit la position du centre de la zone et la taille du champ d'acquisition tomographique. Ces paramètres sont donnés à l'opérateur et peuvent être utilisés pour déplacer le patient afin de mieux le centrer pour l'acquisition tomographique.

20 Le but est d'obtenir la meilleure qualité d'image reconstruite possible. En effet, comme les systèmes tomographiques sont étudiés pour que l'atténuation maximale se trouve au centre de la zone d'acquisition et comme les corrections de durcissement de spectre
25 dépendent de la taille du champ d'acquisition, la qualité de l'image reconstruite dépend du bon centrage et de la taille du champ d'acquisition.

Exposé de l'invention

30 D'une manière générale, la présente invention a pour but d'améliorer la reproductibilité des mesures

faites au cours de tout examen radiologique qui utilise un détecteur bidimensionnel.

L'invention a également pour but d'optimiser la dose de rayons X transmise au patient au cours d'un tel examen.

En particulier, la présente invention a pour but d'améliorer un examen d'ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie à faisceau conique et, plus particulièrement, d'augmenter la reproductibilité des mesures de densité osseuse dans des zones anatomiques d'un patient soumis à un tel examen.

De façon précise, la présente invention a pour objet un procédé d'amélioration d'un examen radiologique d'une zone d'un corps, cet examen radiologique étant effectué au moyen d'un dispositif radiologique, ce procédé étant caractérisé en ce que, avant l'examen radiologique, on fait un cliché bidimensionnel de radioscopie (donc avec une faible dose de rayons X), avec une seule énergie pour ces rayons X, de la zone du corps à examiner et l'on utilise ce cliché pour déterminer des premiers points caractéristiques qui définissent un référentiel de mesure, ainsi que des paramètres géométriques d'un déplacement apte à faire correspondre sensiblement ce référentiel de mesure avec un référentiel préétabli à partir de points caractéristiques équivalents correspondant aux premiers points caractéristiques, ou l'on utilise ce cliché pour régler la dose de rayons X à transmettre au corps lors de l'examen radiologique.

Cet examen radiologique peut être un examen d'ostéodensitométrie.

On précise que les premiers points caractéristiques sont en général des points précisément repérables de l'image, par exemple des points de contour, des points d'inflexion ou des points de
5 densité extrême.

Selon un mode de mise en œuvre particulier du procédé objet de l'invention, lorsque l'examen radiologique est un premier examen, le référentiel préétabli est un référentiel théorique, adapté au corps
10 examiné.

Selon un autre mode de mise en œuvre particulier, lorsque l'examen radiologique suit un examen radiologique précédent, effectué au moyen du même dispositif radiologique, le référentiel préétabli est
15 un référentiel qui est défini sur un cliché précédent à partir des points caractéristiques équivalents.

Conformément à la présente invention, le cliché bidimensionnel est utilisable (uniquement ou en plus) pour régler la dose de rayons X à transmettre au corps
20 lors de l'examen radiologique en adaptant le point de fonctionnement du dispositif radiologique à la morphologie du corps à examiner ou en ajustant, à la morphologie du corps à examiner, la zone à irradier par les rayons X lors de l'examen.

25 La présente invention concerne en outre un dispositif radiologique pour la mise en œuvre du procédé objet de l'invention, ce dispositif comprenant :

- une source de rayons X, apte à fournir un
30 faisceau conique de rayons X à au moins une énergie,

- des moyens de variation de la dose de rayons X susceptible d'être reçue par le corps à examiner,
- 5 - un détecteur bidimensionnel de rayons X, qui est disposé parallèlement à un plan défini par deux directions orthogonales et qui est perpendiculaire à l'axe du faisceau de rayons X,
- 10 - des moyens de support du corps à examiner, ces moyens de support étant transparents aux rayons X émis par la source, disposés entre la source et le détecteur et susceptibles de subir un déplacement relatif par rapport à l'ensemble formé par la source et le détecteur, suivant
15 les deux directions orthogonales,
- des moyens de détermination de premiers points caractéristiques sur un cliché bidimensionnel de radioscopie, ces premiers points définissant un référentiel de mesure, et
- 20 - des moyens de calcul, prévus pour déterminer les paramètres géométriques d'un déplacement apte à faire correspondre sensiblement ce référentiel de mesure avec un référentiel préétabli à partir de points caractéristiques
25 équivalents correspondant aux premiers points caractéristiques.

Brève description des dessins

La présente invention sera mieux comprise à la
30 lecture de la description d'exemples de réalisation
donnés ci-après, à titre purement indicatif et

nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un système d'ostéodensitométrie osseuse par rayonnement X à deux énergies, à faisceau conique, qui est utilisable pour la mise en oeuvre de l'invention, et
- la figure 2 est un organigramme d'une procédure qui est utilisée dans un mode de mise en œuvre particulier de l'invention.

Exposé détaillé de modes de réalisation particuliers

On décrit maintenant un exemple de procédé conforme à l'invention, relatif au positionnement d'un patient avant un examen d'une zone anatomique de ce dernier par ostéodensitométrie par rayonnement X bi-énergie à faisceau conique.

Dans cet exemple, avant de faire les acquisitions à haute et basse énergies, on fait un cliché bidimensionnel de radioscopie, à faible dose de rayons X et à une seule énergie, de la zone anatomique du patient.

Ensuite, d'une détection de points caractéristiques définis à partir des contours osseux sur ce cliché, on déduit les paramètres géométriques d'un déplacement permettant de faire correspondre au mieux un référentiel défini par ces points caractéristiques

- soit avec un référentiel « théorique » défini par des points équivalents, choisis à l'avance

en fonction de la zone anatomique considérée,
dans le cas d'un premier examen,

- soit avec un référentiel défini par des points
équivalents, choisis sur un cliché
5 bidimensionnel précédent, dans le cas d'un n^{ième}
examen avec $n > 1$.

Dans les deux cas, on effectue un déplacement du
patient par rapport au système source-détecteur que
comprend le dispositif d'ostéodensitométrie, ou du
10 système source-détecteur par rapport au patient, par
commande manuelle ou automatique.

Précisons en outre que dans la présente invention
il s'agit de radiologie (avec un détecteur
bidimensionnel) et non pas de tomographie (avec un
15 détecteur pour faisceau en éventail, animé d'un
mouvement de rotation comme cela est décrit dans le
document [6] mentionné plus haut). L'image finale est
une projection bidimensionnelle et non pas une coupe
reconstruite. De plus, dans l'invention, on utilise un
20 seul cliché préalable et non pas deux clichés à 90°
l'un de l'autre.

En outre, un but de l'exemple considéré de
l'invention est la reproductibilité de la mesure de
masse osseuse calculée à partir de l'image, et pas la
25 qualité de l'image elle-même.

De plus, dans les systèmes tomographiques le
recentrage du patient n'est pas automatique.

Plus précisément, ce recentrage est automatique en
hauteur, c'est-à-dire perpendiculairement au plan de la
30 table qui supporte le patient ou parallèlement à l'axe
du faisceau X, mais il ne l'est pas en largeur, c'est-

à-dire suivant la plus petite dimension de cette table, car le déplacement latéral de la table n'est pas prévu ou n'est pas nécessaire.

Rappelons que la reproductibilité est la propriété
5 qu'a le dispositif de mesure de donner la même mesure pour différents examens sur le même patient (supposé de densité osseuse constante) et la même zone anatomique.

Dans le cas d'un patient dont la masse osseuse varie dans le temps, sous l'effet d'une maladie ou d'un
10 traitement par exemple, cette propriété de reproductibilité permet de quantifier ces variations de la masse osseuse.

De plus, dans la présente invention, on peut utiliser le cliché de radioscopie pour

- 15 1/ adapter la dose d'irradiation par réglage du flux de rayons X en modifiant le courant appliqué au tube à rayons X utilisé et/ou la tension appliquée à ce tube
2/ positionner automatiquement des caches permettant de limiter la zone d'irradiation, ce qui n'est pas
20 possible en tomographie sous peine de projections tronquées.

De cette façon la dose d'irradiation reçue par le patient est minimisée.

On voit sur la figure 1 un système
25 d'ostéodensitométrie osseuse 1 que l'on utilise aussi pour faire le cliché préalable de radioscopie conformément à l'invention.

Ce système comprend une source 1a de rayons X, apte à envoyer un faisceau conique 1b de rayons X vers
30 le corps d'un patient 1c à examiner. Cette source 1a est apte à émettre des rayonnements X correspondant

respectivement à deux niveaux distincts d'énergie. Ces deux niveaux sont utilisés pour obtenir deux images distinctes du patient.

Un filtre amovible 1d est interposable entre la
5 source 1a et le patient 1c et sert à améliorer les qualités spectrales du faisceau.

Le système 1 comprend aussi un détecteur bidimensionnel 2 qui est très schématiquement représenté en coupe transversale sur la figure 1 et
10 destiné à détecter les rayons X émis par la source et ayant traversé le patient 1c.

Ce détecteur 2 est parallèle à un plan défini par deux directions orthogonales x et y et est perpendiculaire à l'axe du faisceau de rayons X.

15 Le patient est placé sur un support approprié 2a, par exemple un lit, qui est transparent aux rayons X. Dans l'exemple de la figure 1 la source 1a (munie de l'éventuel filtre 1d) est placée au-dessus du patient reposant sur le support tandis que le détecteur est
20 placé en-dessous de ce support.

Des moyens non représentés sont prévus pour déplacer le support 2a par rapport à la source 1a et au détecteur 2, qui sont alors fixes, ou sont prévus pour déplacer la source 1a et le détecteur 2 par rapport au
25 support 2a qui est alors fixe, ces déplacements ayant lieu parallèlement aux directions x et y.

Dans l'invention on peut utiliser tout type de détecteur bidimensionnel, par exemple un capteur sensible aux rayons X et apte à fournir directement un
30 signal électronique représentatif de l'image acquise par le détecteur sous forme de pixels.

Au lieu de cela on peut utiliser un écran-scintillateur prévu pour recevoir les rayons X ayant traversé le patient et pour convertir ces rayons X en lumière visible. Cette dernière est alors envoyée, par
5 l'intermédiaire d'un miroir, à un capteur CCD muni d'un objectif et comprenant un réseau de pixels photosensibles.

Sur la figure 1, on voit aussi un dispositif 3 du genre contrôleur de CCD ou analogue qui lit, pixel par
10 pixel, la représentation d'image fournie par le détecteur et qui numérise cette représentation. La représentation ainsi numérisée est stockée dans une mémoire 3a.

Un ordinateur 3b est prévu pour traiter les images
15 ainsi mémorisées.

Un dispositif d'affichage 3c, comprenant par exemple un tube à rayons cathodiques, est prévu pour afficher les images avant ou après ce traitement.

Un tel système est donc utilisable pour mettre en
20 oeuvre un procédé conforme à l'invention, selon lequel, en vue d'obtenir une bonne reproductibilité de la mesure de densité osseuse, on utilise un premier cliché, à faible dose, de type radioscopie, pour aider à positionner le patient dans le système
25 d'ostéodensitométrie.

Revenons à l'utilisation de ce cliché de radioscopie pour le positionnement du patient.

Etant donné que, pour un système du genre "cone beam", on dispose d'un capteur bidimensionnel qui
30 permet, en une seule acquisition, d'avoir une vision globale de la zone analysée, on propose, conformément à

l'invention, de réaliser un cliché à faible dose (cliché de radioscopie) avant les acquisitions à haute et basse énergies pour aider au positionnement du patient.

5 Si ce patient est soumis à son premier examen, on utilise ce cliché de radioscopie pour rétroagir sur la mécanique du système (c'est-à-dire pour commander la mécanique du dispositif d'acquisition d'images de façon qu'il se positionne correctement par rapport au patient
10 ou inversement) afin de positionner la zone anatomique par rapport à un référentiel préétabli.

Si l'examen est un examen de suivi du patient, on utilise le cliché de radioscopie pour mettre la zone anatomique dans une position identique à celle qu'elle
15 occupait lors du précédent examen.

Ce type de démarche permet d'augmenter sensiblement la reproductibilité des mesures effectuées au moyen de systèmes de type "cone beam".

En raison de la conicité du faisceau de rayons X,
20 la mesure dépend de la position de la zone anatomique dans ce faisceau.

En utilisant le cliché de radioscopie pour positionner de façon identique la zone anatomique du patient par rapport à un référentiel donné ou pour
25 assurer la cohérence entre deux examens, on obtient une bonne reproductibilité de l'examen.

Un exemple de mise en oeuvre pour un patient soumis à son premier examen consiste à :

1. réaliser un cliché à faible dose ;
- 30 2. extraire de cette acquisition les contours des zones osseuses, l'extraction des contours étant

réalisée par un logiciel par repérage des points de gradient maximum (ou de Laplacien nul) ;

5 3. repérer des points caractéristiques (ces points caractéristiques étant par exemple des points de forte courbure, des points d'inflexion ou des points d'intersection) dans la carte de contour, par exemple identification de vertèbres ou repérage de points
10 caractéristiques sur le col du fémur, le repérage des points caractéristiques étant réalisé par un logiciel classique de traitement d'image ;

15 4. construire la fonction de type translation qui permet de placer au mieux ces points par rapport à une position standard définie au préalable, un logiciel déterminant (par exemple par une méthode de moindres carrés) les paramètres d'une translation permettant de
20 ramener les points caractéristiques vers une position standard ;

5. rétroagir sur la mécanique de positionnement pour se ramener à la position standard ;

6. réaliser les acquisitions.

25 Dans le cas d'un patient soumis à un examen de suivi thérapeutique, l'étape de construction de fonction 4 est remplacée par les deux étapes suivantes :

30 4.1 récupérer les positions des points caractéristiques dans les acquisitions d'un examen précédent du patient ;

4.2 construire la fonction de type translation
qui permet de mettre au mieux en
correspondance les points caractéristiques du
cliché de scopie par rapport à leur position
5 dans un examen antérieur.

Tout ceci est précisé par l'organigramme de la
figure 2 :

- Étape F1 : on positionne grossièrement le patient
10 pour observer la zone anatomique d'intérêt (voir 1.)
- Étape F2 : on extrait les contours de la structure
osseuse (voir 2.)
- Étape F3 : on identifie les points caractéristiques
(voir 3.)
- 15 - Étape F4 : on se demande s'il s'agit du premier
examen
- Si oui on va à l'étape F5 dans laquelle on identifie
la transformation géométrique amenant les points
caractéristiques en position standard (voir 4.) puis
20 on va à l'étape F6 dans laquelle on applique un
mouvement à la mécanique pour amener ces points vers
la position standard (voir 5.)
- Si non on va à l'étape F7 dans laquelle on récupère
la position des points caractéristiques dans l'examen
25 antérieur (voir 4.1) puis on va à l'étape F8 dans
laquelle on identifie la transformation géométrique
amenant les points caractéristiques courants vers
ceux de l'examen antérieur (voir 4.2) puis on va à
l'étape F9 dans laquelle on applique un mouvement à
30 la mécanique pour amener le patient vers une position

correspondant à un bon placement des points caractéristiques (voir 5.).

Revenons au dispositif de la figure 1. On précise
5 que la zone 1a de rayons X est munie de moyens de commande le permettant de faire varier la dose de rayons X transmise au patient 1c.

Pour faire le cliché de radioscopie on règle ces
moyens le pour que la source envoie une faible dose au
10 patient, par exemple une dose égale à 1 μ Sv.

De plus, la source 1a est capable d'émettre des rayons X de basse énergie et des rayons X de haute énergie.

Pour faire le cliché de radioscopie, on utilise
15 un faisceau de rayons X qui conduit à un bon contraste d'image et à une dose minimale pour le corps examiné, avec une énergie par exemple égale à 80 keV.

Le cliché de radioscopie est utilisable non
seulement pour positionner le patient avant son examen
20 mais encore pour optimiser la dose de rayons X qui sera transmise au patient lors de son examen.

Pour cette optimisation, on adapte le point de fonctionnement de la source à la morphologie (en particulier à l'épaisseur) du patient. On utilise dans
25 ce cas le cliché de scopie pour déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur du corps exposé.

En variante, pour optimiser la dose de rayons X qui sera transmise au patient lors de son examen, on ajuste la zone d'irradiation par les rayons X à la
30 morphologie du patient. Dans ce cas, on utilise le

cliché de radioscopie pour déterminer la zone osseuse et la zone de tissus autour de cette zone osseuse.

L'invention n'est pas limitée à l'amélioration d'un examen d'ostéodensitométrie. Elle s'applique à
5 tout autre examen radiologique utilisant un détecteur bidimensionnel, par exemple un examen de suivi de consolidation de fracture osseuse..

De plus, l'invention n'est pas limitée à l'amélioration de l'examen radiologique d'un patient.
10 Elle peut être mise en œuvre avec tout corps vivant ou inerte, par exemple un tableau, avant de faire subir une radiographie à ce tableau..

REVENDICATIONS

1. Procédé d'amélioration d'un examen radiologique d'une zone d'un corps (1c), cet examen radiologique étant effectué au moyen d'un dispositif radiologique (1), ce procédé étant caractérisé en ce que, avant l'examen radiologique, on fait un cliché bidimensionnel de radioscopie, avec une seule énergie pour les rayons X utilisés, de la zone du corps à examiner et l'on utilise ce cliché pour déterminer des premiers points caractéristiques, qui définissent un référentiel de mesure, ainsi que des paramètres géométriques d'un déplacement apte à faire correspondre sensiblement ce référentiel de mesure avec un référentiel préétabli à partir de points caractéristiques équivalents correspondant aux premiers points caractéristiques, ou l'on utilise ce cliché pour régler la dose de rayons X à transmettre au corps lors de l'examen radiologique.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'examen radiologique est un examen d'ostéodensitométrie.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel l'examen radiologique est un premier examen radiologique et le référentiel préétabli est un référentiel théorique, adapté au corps examiné.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel l'examen radiologique suit un examen radiologique précédent, effectué au moyen du même dispositif radiologique (1),

et le référentiel préétabli est un référentiel qui est défini sur un cliché précédent à partir des points caractéristiques équivalents.

5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel on règle la dose de rayons X à transmettre au corps (1c) lors de l'examen radiologique, en adaptant le point de fonctionnement du dispositif radiologique (1) à la morphologie du corps à examiner.

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel on règle la dose de rayons X à transmettre au corps (1c) lors de l'examen radiologique, en ajustant, à la morphologie du corps à examiner, la zone à irradier par les rayons X lors de
15 l'examen.

7. Dispositif radiologique pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, ce dispositif (1) comprenant :

- 20 - une source (1a) de rayons X, apte à fournir un faisceau conique de rayons X à au moins une énergie,
- des moyens (1e) de variation de la dose de rayons X susceptible d'être reçue par le corps à examiner,
- 25 - un détecteur bidimensionnel (2) de rayons X, qui est disposé parallèlement à un plan défini par deux directions orthogonales (x, y) et qui est perpendiculaire à l'axe du faisceau de rayons X,
- 30 - des moyens (2a) de support du corps à examiner, ces moyens de support étant transparents aux

- rayons X émis par la source, disposés entre la source et le détecteur et susceptibles de subir un déplacement relatif par rapport à l'ensemble formé par la source et le détecteur, suivant les deux directions orthogonales (x, y),
- 5
- des moyens de détermination de premiers points caractéristiques sur un cliché bidimensionnel de radioscopie, ces premiers points définissant un référentiel de mesure, et
- 10
- des moyens de calcul, prévus pour déterminer les paramètres géométriques d'un déplacement apte à faire correspondre sensiblement ce référentiel de mesure avec un référentiel préétabli à partir de points caractéristiques
- 15
- équivalents correspondant aux premiers points caractéristiques.

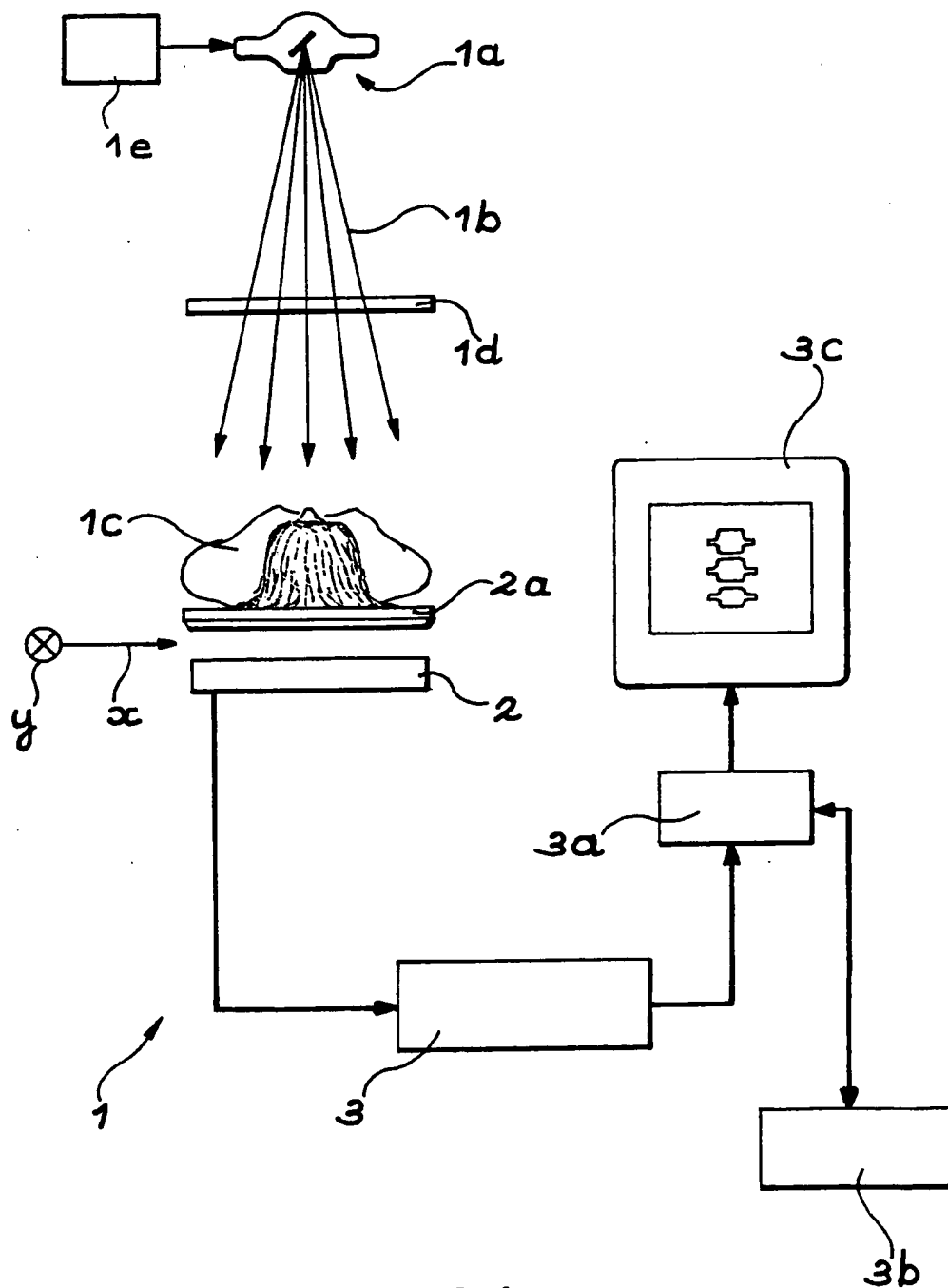


FIG. 1

2/2

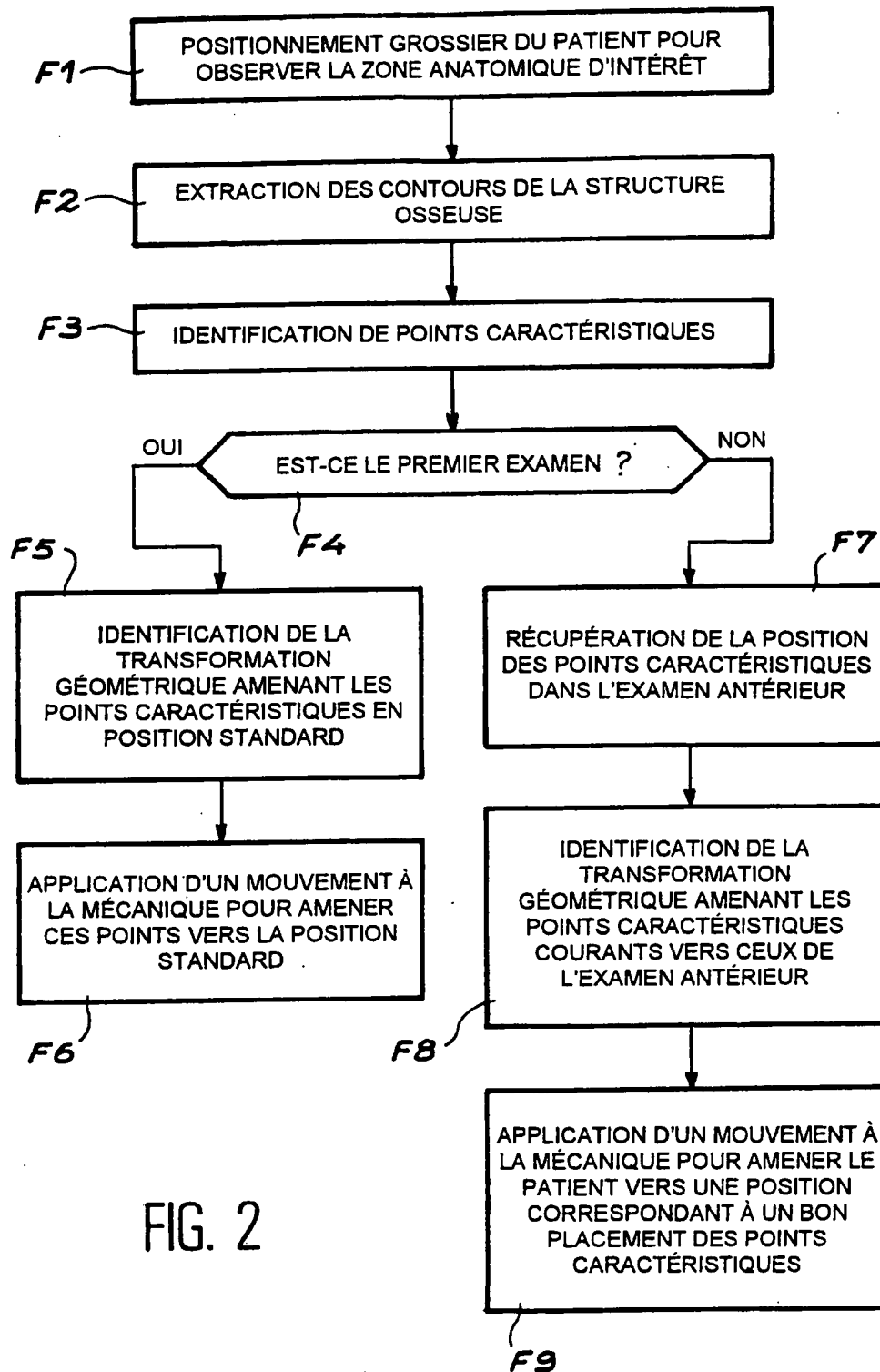


FIG. 2